

BEST AVAILABLE COPY

(11)Publication number : 09-232299

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/44
C23C 16/56
H01L 21/203
H01L 21/205
H01L 21/304

(21)Application number: 08-185150

(22)Date of filing : 15.07.1996

(71)Applicant :- **APPLIED MATERIALS INC**

(72)Inventor : MARTIN SYMONS
GARRIE CHIN
IMAOKA ISAO
SATO TATSUYA
TILLNERVERY S RABI
MICHAEL TRIPLET

(30)Priority

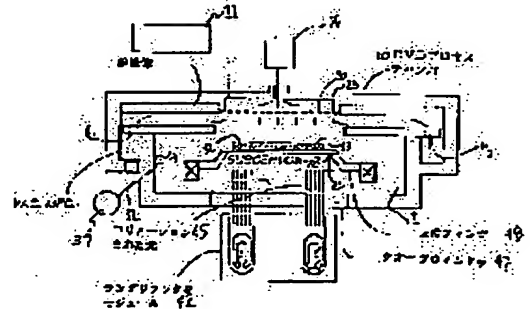
Priority number : 95 502688 Priority date : 14.07.1995 Priority country : US

(54) IN SITU CLEANING OF CVD APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove contamination particles from a plasma chamber while the stop time of an apparatus is being reduced by a method wherein a plasma is generated from a cleaning gas and the volatile product of a residue which is formed by the interaction between at least one cleaning gas and the residue is removed.

SOLUTION: A contamination residue is formed on the inside and other faces of a reactor such as a reaction chamber 12, an electrode 26, a pedestal 18, a gas diffusion plate 20 or the like, and a group which is selected from various cleaning gases is then introduced into the reaction chamber. Thereby, the residue is removed. In the group which is selected from the various cleaning gases, a mixture of a fluorine-containing compound such as CF₄, C₂F₂, C₃F₈, SF₆ and an interhalogen-containing compound such as N₂, NF₃, H₂O is contained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the]

*examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the approach of having the step which is an approach for cleaning the residue from deposition equipment, and removes the volatile product of this residue formed of the interaction of the step which introduces in a chamber the cleaning gas by which said approach is equipped with a nitrogen content compound and a fluorine content compound, the step which generates the plasma from said cleaning gas, and the at least one and this residue of said cleaning gas.

[Claim 2] said nitrogen content compound -- N₂ NF₃ N₂O from -- approach according to claim 1 chosen from the group which changes.

[Claim 3] Said cleaning gas is O₂. The approach according to claim 2 of having further.

[Claim 4] said fluorine content compound -- CF₄ C₂F₆, C₃F₈, and SF₆ from -- approach according to claim 1 chosen from the group which changes.

[Claim 5] Said cleaning gas is O₂. The approach according to claim 4 of having further.

[Claim 6] It is an approach for cleaning the residue from the inner surface of chemical-vapor-deposition equipment, and said approach is C₂F₆ gas and N₂. Gas and O₂ How to have the step which removes the volatile product of this residue formed of the interaction of the step which introduces cleaning gas equipped with gas in a chamber, the step which generates the plasma from said cleaning gas, and the at least one and this residue of said cleaning gas.

[Claim 7] The approach according to claim 6 said chamber has the pressure of the range of about 2 - 6 torrs of abbreviation.

[Claim 8] The approach according to claim 6 said chamber has the temperature of about 300 - 500 degrees C of abbreviation.

[Claim 9] Said N₂ Approach according to claim 6 supplied by the flow rate of about 20 - about 500 sccm (s).

[Claim 10] The approach according to claim 6 by which said C₂F₆ are supplied by the flow rate of about 200 - about 5,000 sccm(s).

[Claim 11] Said O₂ Approach according to claim 6 supplied by the flow rate of about 200 - about 5,000 sccm(s).

[Claim 12] Said chamber is about 700 - abbreviation 2,000. Method according to claim 6 of having an electrode with RF power of watt.

[Claim 13] Furthermore, an approach [equipped with the step performed by repeating the step which introduces a partial completion semi-conductor wafer in said chamber, the step which forms a silicon dioxide layer for said partial completion semi-conductor wafer on said chamber, the step which takes out said partial completion semi-conductor wafer from said chamber, and the step of said wafer installation the step of said silicon dioxide formation and the step of said wafer ejection] according to claim 6.

[Claim 14] Furthermore, an approach [equipped with the step which performs the step which introduces a partial completion semi-conductor wafer in said chamber, the step which forms a silicon dioxide layer for said partial completion semi-conductor wafer on said chamber, the step which takes out said partial completion semi-conductor wafer from said chamber, and the step of said wafer installation, the step of said silicon dioxide formation and the step of said wafer ejection to said at least five partial completion semi-conductor wafers] according to claim 6.

[Claim 15] It is an approach for manufacturing an integrated-circuit device. Said approach The step which

introduces a wafer in a chamber, and said step at which it is the step which introduces gas in said chamber and forms a silicon dioxide layer on said wafer, and said gas forms the residue in said chamber inner surface further, The step which takes out said wafer, C2F6 gas, and N2 Gas and O2 The step which introduces cleaning gas equipped with gas in a chamber, How to have the step which removes the volatile product of this residue formed of the interaction of the step which generates the plasma, and the at least one and this residue of said cleaning gas from said cleaning gas.

[Claim 16] The approach according to claim 15 by which the pressure of said chamber is given in the range of about 2 – 6 torrs of abbreviation.

[Claim 17] The approach according to claim 15 said chamber has the temperature of about 300 – 500 degrees C of abbreviation.

[Claim 18] Said N2 Approach according to claim 15 supplied by the flow rate of about 250 – about 350 sccm(s).

[Claim 19] The approach according to claim 15 by which said C2F6 are supplied by the flow rate of about 550 – about 650 sccm(s).

~~[Claim 20] Said O2 Approach according to claim 15 supplied by the flow rate of about 550 – about 650 sccm(s).~~

[Claim 21] Said chamber is about 700 – abbreviation 2,000. Method according to claim 15 of having the electrode connected to RF power of watt.

[Claim 22] It is an approach for manufacturing an integrated-circuit device. Said approach (a) The step which gives the chamber for chemical vapor deposition, and the step which introduces the (b) wafer in a chamber, (c) Said step at which it is the step which introduces gas in said chamber and forms a silicon dioxide layer on said wafer, and said gas forms the residue in said chamber inner surface further, (d) The step which takes out said wafer, and the step which performs said (e) step (a) – (d) repeatedly to two or more wafers, (f) C2F6 gas and N2 Gas and O2 The step which cleaning gas equipped with gas is introduced [step] in a chamber, and generates the plasma from said cleaning gas, (g) How to have the step which removes the volatile product of this residue formed of the interaction of the at least one and this residue of said cleaning gas.

[Claim 23] The approach according to claim 22 by which said step (e) is performed to two wafers.

[Claim 24] The approach according to claim 22 by which said step (e) is performed to five wafers.

[Claim 25] The approach according to claim 22 by which the pressure of said chamber is given in the range of about 2 – 6 torrs of abbreviation.

[Claim 26] The approach according to claim 22 said chamber has the temperature of about 300 – 500 degrees C of abbreviation.

[Claim 27] Said N2 Approach according to claim 22 supplied by the flow rate of about 250 – about 350 sccm(s).

[Claim 28] The approach according to claim 22 by which said C2F6 are supplied by the flow rate of about 550 – about 650 sccm(s).

[Claim 29] Said O2 Approach according to claim 22 supplied by the flow rate of about 550 – about 650 sccm(s).

[Claim 30] Said chamber is about 700 – abbreviation 2,000. Method according to claim 22 of having the electrode connected to RF power of watt.

[Claim 31] It is equipment for manufacturing an integrated circuit. Said equipment Said chamber which is a chamber which has an inner surface and equips said inner surface with the residue, The gas spraying means for introducing the cleaning gas which is installed in said chamber and equipped with a nitrogen content compound and a fluorine content compound, The power source which is given in order to form the plasma from said cleaning gas and which is installed in said chamber, Equipment equipped with the exhaust port installed in said chamber from which the volatile product of this residue formed of the interaction of the at least one and this residue of said cleaning gas is removed.

[Claim 32] said nitrogen content compound — N2 NF3 N2O from — equipment according to claim 31 chosen from the group which changes.

[Claim 33] Said fluorine content compound is CF4. Equipment according to claim 31 chosen from the group which consists of C2F6, C3F8, and SF6.

[Claim 34] Said cleaning gas is O2. Equipment according to claim 31 which it has further.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to manufacture of an integrated circuit. Especially this invention relates to the approach and equipment for cleaning the front face inside a chemical-vapor-deposition (CVD) processing chamber. Moreover, this invention is also applicable to plasma etching, physical gaseous-phase deposition (PVD), etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In manufacture of large scale integration (VLSI device), the problem of a contamination particle is important. A contamination particle adheres to the element with which the passivation of the integrated-circuit device is not carried out during manufacture, a short circuit may be produced or dependability may be made to produce a problem especially. Therefore, with the conventional semi-conductor wafer, this contamination particle is reducing the yield of the die of an excellent article. Furthermore, if the size of fixtures (**** fence) becomes small, in manufacture of an integrated circuit, the effect of a contamination particle will become large at a bad thing.

[0003] Therefore, in order to control what is expected to be the source of a contamination particle, the manufacturer and user of equipment for a semi-conductor are often complicated, and depend on the technique which cost requires. Reducing an ultra clean room, a super-automation processor, and the thing that uses advanced process control during manufacture of an integrated circuit, and is expected to be the source of a contamination particle is mentioned to such a technique. However, since most contamination particles under manufacture of an integrated circuit are actually based on the by-product of the reactant generated while a process is going on, the result of these techniques may be restricted.

[0004] The by-product of these reactants often adheres to the inner surface of a process chamber, and forms a "thick" contamination residual layer. Typically, the contamination residual layer originates in the by-product of others which already adhered to the inner surface of the by-product from reactant gas, or a process chamber. Since a part of this contamination residual layer is deposited on the field where it exfoliates and the passivation of the integrated circuit is not carried out, this will produce a short circuit, will destroy connection, components will be made to lose, or it will produce the problem over dependability, and will spoil an integrated circuit.

[0005] The reactant gas used for the process of the silicon dioxide (silicon dioxide) from the former is mainly the mixture of an organic silane and ozone, for example. These gas is introduced in a chamber and forms the layer of a silicon dioxide on the front face of a semi-conductor wafer. However, these gas will also form a particle constituent at the same time the layer of a silicon dioxide is formed. This particle constituent is formed as the contamination residue which adheres to the inner surface of a process chamber loosely. The head for spraying, an electrode, a wall surface, and other exposed surfaces are contained in the inner surface of a chamber here. It is often formed as a thick contamination residue layer, this separates and falls, and the contamination residue which adhered loosely falls on an integrated circuit.

[0006] In order to prevent that some contamination residues damage an integrated circuit, the technique of various cleanings has been proposed. The technique of these cleanings requires the step of a separate process which cleans by stopping a machine after the step of each deposition. Now, time amount is consumed, cost starts and implementation is difficult. Of course, while the system is not operating, a throughput falls, and the cost of the whole manufacture process is made to go up further.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technique performed by continuing the step which suspends a machine, the step which removes a part of process chamber, and the step which wipes off the inner surface of a process chamber by hand using suitable objects, such as rinse water and clean wipe, as an example of the technique of the cleaning from the former for the deposition equipment of a silicon dioxide is mentioned. The step wiped off by this hand tends to remove the contamination residue from an inner surface. There are some cleaning techniques from other former which are going to dissolve and remove the contamination residue by carrying out the towel of the inner surface of a process chamber by liquid chemical products, such as a dilution hydrogen fluoride solution and an organic solvent. Although these conventional cleaning techniques are applied also to an evacuation channel or a pump system, the reason is that it will often produce lowering and lock out of a degree of vacuum if a contamination and the residue are accumulated. The technique from the former will consume time amount and will add what serves as a pollution source further.

[0008] Plasma excitation dry cleaning (plasma enhanced dry cleaning) has also been used for clearance of the contamination residue from the inner surface of a deposition chamber. A dry-cleaning technique is often performed at a separate process step, for example, introduces cleaning gas into a process chamber, generates the plasma of cleaning gas, and removes the contamination residue using this plasma. Preferably, the ion kind in the plasma combines with the contamination residue removed from the process chamber, and generates a volatile object. In order to maintain the condition that there is no contamination residue substantially about the inner surface of a process chamber, typically, this dry-cleaning technique must be performed for every deposition process. Therefore, a dry-cleaning technique will consume the time amount of a precious process, and will reduce the usability and the time of equipment. Moreover, precious cleaning gas will be consumed by effectiveness by using a dry-cleaning technique for every deposition process. Furthermore, with a dry-cleaning technique, a part of own field of a chamber may often be removed by the reaction of etching.

[0009] Like the above, although the stop time of equipment is reduced, it is understood that the technique for removing a contamination particle from a process chamber is desirable.

[0010]

[Means for Solving the Problem] This invention offers the technique for cleaning the contamination residue from the inner surface of a deposition chamber, and an approach and equipment are contained in this. Using the mixture of families of gases including nitrogen, this invention is the simple approach that the effectiveness of cost is high, and offers the cleaning technique of removing the contamination residue between a deposition process and a deposition process.

[0011] By the approach of removing the residue from a deposition chamber according to this invention, nitrogen gas is used in the plasma of dry cleaning. This approach has the step which introduces cleaning gas equipped with N_2 , C_2F_6 , and O_2 in a chamber, and the step which forms the plasma from this cleaning gas. Moreover, this approach also has the step which removes a contamination from the inner surface of a chamber by generating the volatile matter from at least one cleaning gas and residue.

[0012] By the approach of manufacturing an integrated-circuit device according to this invention, the in situ plasma cleaning technique of using nitrogen gas is used. This approach has the step which gives the chamber for chemical vapor deposition, and the step which introduces a wafer in a chamber. Although the layer of the silicon dioxide film will be formed on a wafer if gas is introduced in a chamber, the reaction by-product used as a contamination is further formed on a chamber inner surface. A deposition process is performed two or more times. After taking out the last wafer from a chamber, cleaning gas equipped with N_2 , C_2F_6 , and O_2 is introduced. The plasma is formed from cleaning gas, and the residue serves as volatile matter and is removed from a chamber inner surface. Cleaning of a chamber is performed during manufacture of an integrated circuit by the sequence of these steps. It is desirable that many wafers are processed between cleaning actuation and cleaning actuation.

[0013] With the equipment according to this invention, cleaning gas, such as a nitrogen content compound and a fluorine content compound, is used. This equipment has the chamber which has an inner surface. The contamination residue adheres to this inner surface. A gas spraying means is installed in a chamber. This gas spraying means can be used for installation of cleaning gas. A power source is installed in a chamber and an electrical potential difference is given on the frequency chosen so that it might be used for plasma formation from cleaning gas. The volatile products of the residue generated by the interaction with a part

of cleaning gas and the residue are removed by the exhauster.

[0014] The above profits to a known process technique are realized by this invention. However, the essence and the advantage of this invention will be further understood by the following detail explanation and the accompanying drawing.

[0015]

[Embodiment of the Invention] CVD system 10 is simplified by drawing 1 and it is expressed to it. This equipment is equipped with a chamber 12, a supply source 14, an exhaust port 16, a pedestal thru/or a susceptor 18, the gas powder cloth plate 20, the RF power source (power source) 22, touch-down 24, an electrode (it serves as an intake manifold) 26, and other components. This chamber should just be all suitable chambers with possible being able to hold the base materials 36, such as a wafer for deposition, and making the interior carry out plasma discharge. Grounding a susceptor 18, RF energy is impressed to an electrode 26 from the RF power source 22, and a wafer is adjoined and is made to generate the plasma in actuation of this chamber. To an electrode 26, a power source 22 can supply a single or RF power of two frequencies, and can promote disassembly of the chemical species introduced in a chamber 12.

[0016] The annular optical pattern by which collimation was carried out on the annular rim of a susceptor 18 through the quartz watch window 47 with the lamp reflector module 42 is given. With this optical pattern, the dispersed heat used for heating of a wafer is applied to a susceptor. The natural heat loss from a susceptor is compensated by distribution of this heat, heating to a susceptor becomes quick, and distribution of heat becomes homogeneity further.

[0017] Hardware of the reactor of chamber lining, the support finger 48, and others is made to ingredients, such as aluminum, with the ingredient coated with dielectric materials, such as a anodizing aluminum oxide. Also after this chamber side processes many wafers, clarification under deposition of dielectric materials, such as a silicon dioxide, is maintained. This type of equipment is indicated by U.S. Pat. No. 5,000,013.

[0018] The semi-conductor (partial completion) wafer 36 which has a top face 38 and which has not been completed selectively is arranged in this CVD system for deposition of chemical vapor deposition (CVD), semi-atmospheric pressure chemical vapor deposition (subatmospheric chemical vapor deposition: SACVD), low voltage chemical vapor deposition (LPCVD), atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD), plasma excitation chemical vapor deposition (PECVD), and others. As an example of a deposition ingredient, dielectric materials, such as a silicon dioxide (SiO_2), Lynn silicate glass (PSG) **, Lynn silicate glass (FPSG), Holin silicate glass (PSG), and silicon nitride (Si_3N_4), are contained.

[0019] In actuation, the mixture of an organic silane and oxygen gas is introduced, the plasma is generated from this gas, and deposition is produced. Organic silanes should just be suitable organic silane ingredients, such as TEOS, HMDS, and OMCTS. Typically, the percentage of oxygen to TEOS is 20% or less. You may be other temperature although deposition temperature is in the range of about 300 – 500 degrees C of abbreviation. Moreover, you may deposit by changing oxygen gas to ozone. Of course, according to an application, another concentration, temperature, an ingredient, and a flow rate may be used.

[0020] The contamination residue is formed on the inner surface of the reactor of a reaction chamber 12, an electrode 26, a pedestal 18, or gas powder cloth plate 20 grade, or other fields. During processing of the partial completion semi-conductor wafer 36, the contamination residue often falls from the above-mentioned inner surface on the top face 38 (or peeling omission), and it is **. If such a particle especially follows the example of this invention which spoils each integrated circuit on a wafer in manufacture of a wafer, after performing the step of deposition repeatedly, the residue will be removed by introducing the group chosen in various cleaning gas in a reaction chamber. the group as whom these various cleaning gas was chosen — fluorine content compounds, such as CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , SF_6 , and interhalogen, and N_2 , NF_3 and N_2O etc. — mixture with a nitrogen content compound is contained. As for a fluorine content compound, C_2F_6 are desirable, and a nitrogen content compound is N_2 . Gas is desirable. The mixture of the above-mentioned gas is O_2 . It may mix with content gas and you may use. Or N_2O It is gas O_2 Without using content gas, it may mix with a fluorine content compound and you may use.

[0021] At a desirable example, it is C_2F_6 gas and N_2 . Gas and O_2 Gas is introduced in a reaction chamber according to the selected flow rate. C_2F_6 quantity of gas flow — the range of about 200 sccm(s) – about 5,000 sccm — it is — desirable — about 550sccm(s)– they are about 600 sccm(s) still more preferably about 650 sccms. O_2 a quantity of gas flow — the range of about 200 sccm(s) – about 5,000 sccm — it is — desirable — about 550sccm(s)– they are about 600 sccm(s) still more preferably about 650 sccms. N_2 a quantity of gas flow — the range of about 20 sccm(s) – about 500 sccm — it is — desirable — about

250sccm(s)– they are about 300 sccm(s) still more preferably about 350 sccms. Generally, if the total flow is enlarged, cleaning time amount can be shortened. If the total total flow exceeds about 1,800 sccm(s), cleaning time amount will not be shortened substantially but will become the inclination which only the amount of the gas to be used increases. Now, cost goes up with the increment in the amount of the cleaning gas used. Of course, it depends for a flow rate on an application.

[0022] At a desirable example, it is C₂F₆ gas and N₂. Gas and O₂ Gas is introduced in a reaction chamber on the selected conditions. C₂F₆:O₂ You may be other ratios although a ratio is about 1:1. The pressure of about 4.0 torrs is preferably contained in the parameter of other cleanings about 1.5 – 6.5 torrs of abbreviation. If a pressure exceeds 7.0 torrs, the plasma will be restricted to a chamber inner surface, therefore cleaning of outside chamber sides, such as a wall, will be reduced. Susceptor temperature is in the range of about 300 degrees C – about 500 degrees C, and is about 400 degrees C preferably. Whenever [internal chamber wall-temperature] is in the range of about 50 degrees C – 70 degrees C, and is about 60 degrees C preferably. Power is abbreviation 700 W –2,000. It is in the range of watt and is about 1,000 preferably. ~~It is watt. Power may be supplied by low frequency (200kHz – 400kHz), or may be supplied by~~ the RF (for example, 13.56MHz). An electrode spacing is in the range of about 200 mils(es) (about 5mm) – about 2,000 mils (about 50mm), and is more than about 1,000 mils (about 25mm) preferably. Of course, it depends for gas or the selected deposition parameter on a specific application.

[0023] C₂F₆ gas and N₂ Gas and O₂ The possibility of arcing in a chamber is reduced with combination with gas. Especially, the potential between an electrode and the front face of a pedestal or others decreases with the combination of these gas. By the example, compared with the conventional technique, only about 10 volts – about 30 volts are desirable, and only about 20 volts or less of potential are low. If potential is low, the amount of arcing will decrease and the breakage produced by arcing will be removed substantially.

[0024] If the desirable combination of gas is used, oxygen content gas will not generate insoluble Al_xO_xF produced when the conventional technique was used. Especially above-mentioned gas produces AlCl₃ of a silicon type product and a critical mass, and other volatile products, and these are removed from a chamber through an exhaust port. Since it is volatile products, there is no contamination particle introduced in a chamber by this cleaning approach substantially.

[0025] Liberty and this CVD system may be equipped with the terminal point detection system 32. The photodiode 34 which carries out the monitor of the signal by the specific wavelength of the light is used for a terminal point detection system. In one of the examples, the cleanliness of a chamber goes up along with the increment in a signal to a sufficiently pure point to next processing. Or along with lowering of a signal, the cleanliness of a chamber goes up to a pure point to next processing substantially. A terminal point detection system stops a signal to a system controller 37, and makes delivery and an automatic target stop the cleaning approach at such a point. Of course, according to an application, the system for other cleaning terminal point detection may be used.

[0026] Drawing 2 is the simplification flow diagram 100 of the desirable cleaning approach according to this invention. This flow diagram is only for illustrating. In this flow diagram, it has the step (step 103) (n is larger than 1 and preferably larger than 5) which performs an "n" time CVD process. By the desirable example, larger "n" than "n" –10 [larger] than 2" is contained in the CVD process for diacid-ized silicon. PLCVD, APCVD, SACVD, PECVD, etc. are contained in a CVD process here. Of course, it will depend for the count "n" of a deposition process and actuation on an application.

[0027] By the specific example, although an in stew cleaning process (step 105) is performed after processing of the "n" time, "n" is determined by at least one of the following parameters here. one of the examples — "n" — a predetermined particle — counting — the upper limit of the number of processing to which a CVD system works in the condition lower than a threshold limitation is shown. By another example, "n" shows the upper limit of the number of processing to which a CVD system works in the condition higher than a homogeneous predetermined limitation. Furthermore, by another example, "n" shows the upper limit of the number of processing to which a CVD system works within the predetermined rate of sedimentation. By the example for cleaning the residue from a CVD system, "n" is in about one to 50 range, is two or more preferably, and is ten or more still more preferably. of course, "n" — a particle — it is dependent on the combination of the above-mentioned parameter of counting, homogeneity, and the rate of sedimentation and others.

[0028] In an in stew cleaning process, cleaning gas can be chosen according to this invention. cleaning gas

-- C2F6, CF4, and SF6 etc. -- a fluorine content compound, NF3 and N2O, and N2 etc. -- mixture with a nitrogen content compound is contained. a fluorine content compound and a nitrogen content compound -- O2 etc. -- mixing with an oxygen content compound is desirable. Preferably, a fluoride is C2F6 gas and a nitride is N2. Gas and an oxygen compound are O2. It is gas. These gas is given by the above-mentioned flow rate. With this approach, it is N2O without oxygen. Gas and C2F6 gas may be used.

[0029] By this approach, if the inner surface of a CVD system becomes "clarification" in step 107, it will return to a deposition process through a branch 108. By this approach, another in stew cleaning process is performed after processing of the "n" time. It is continued until "m" cycle ***** of the continuation step of steps 103, 105, and 107 is carried out. Or after the in stew process of the "m" time, a CVD system is cleaned with wipe and water (step 109), and its ** is also good. All the residues are removed from the inner surface of a CVD chamber by cleaning wipe and water. After removing the residue from an inner surface, by this approach, it returns to a CVD process through a branch 110. Or by this approach, it returns to step 109 through a branch 112.

~~[0030] By this approach, it has liberty and the step which performs "terminal" detection (step 114). By the~~ approach of terminal point detection, the monitor of the signal (and the reinforcement) from the visible radiation of the specific wavelength of the chemistry radical within the cleaning plasma is carried out. Defecation is determined by the reinforcement of a signal. By one example, when a chamber is defecated by next processing to a sufficiently pure point, signal strength changes. At this point, the terminal point detection approach emits the signal of a "halt" to a system controller, and stops the cleaning approach automatically.

[0031] By the desirable example, the signal from the fluorine radical within the cleaning plasma is used for this approach. For example, by the terminal point detection approach, a fluorine content compound, a nitrogen content compound, and an oxygen content compound are used for the recipe of cleaning, and the monitor of the reinforcement is carried out by light radiation with a predetermined wavelength of about 704nm which shows existence of a fluorine radical. It is because the direction [signal strength is high] expresses the "pure" chamber, because the concentration of a fluorine radical is rising. If the concentration of a fluorine radical becomes high, the signal strength of 704nm light radiation will increase.

[0032] By this approach, when the concentration of a fluorine radical shows a saturation state, a cleaning process is stopped. Generally a saturation state means the event of the fluorine concentration in a CVD chamber not increasing in a predetermined flow rate. By the specific example, the cleaning approach is performed only for the addition time amount measured about 5% to about 30% at a percentage to the time amount after the time amount or the terminal point required for cleaning a chamber first was detected. By the desirable example, a terminal point is detected and this addition cleaning time amount is about 20% of next cleaning time amount. Of course, the alien system which detects the terminal point of cleaning may be used according to an application.

[0033] The sequence of the above-mentioned step may be performed by the approach of cleaning of a single step according to this invention. Or the cleaning approach using predetermined gas may be performed using the cleaning process of a multi-step. In the example of the cleaning process of a multi-step, an electrode spacing may be adjusted so that the inner surface outside surface of the wall of a chamber and other fields may be cleaned selectively. Of course, the technique used according to an application may be changed.

[0034] Drawing 3 is the simplification sectional view of the integrated circuit manufactured according to the example of this invention. This integrated circuit has the components of a field-effect transistor 307 and others. The device currently drawn here aims only at instantiation. This invention could be used for this so-called contractor at the manufacture approach of the integrated circuit of a microprocessor, and a memory circuit and others. The substrate 301, the active field 303, the electric-field insulation oxide field 308, and the dielectric layer 305 on it are formed in the integrated circuit using this invention like the graphic display.

[0035] The silicon dioxide layer of a dielectric layer is desirable. a silicon dioxide layer -- an aluminum peroxide ora -- particles, such as id, are not included substantially. The homogeneity of a silicon dioxide layer is less than about 2%, and is less than about 0.5% still more preferably less than about 1% preferably. The homogeneity between the wafer-wafers of a silicon dioxide layer is less than about 3.0%, and is less than about 1.5% preferably. By this invention, two or more wafers are processed before cleaning, and each of this wafer exists in the above-mentioned predetermined parameter.

[0036]

[Example] In order to illustrate operation of this equipment and an approach, the following parameters performed the example. The PECVD chamber by Applied Materials, Incorporated was used for the example with the kit. The actual production process of deposition of the silicon dioxide on a wafer was reproduced using the silicon wafer. The parameter of an example does not limit a publication to a claim. Another compound, a chamber parameter, and conditions could be used for this so-called contractor.

[0037] In drawing 4 -5, the predetermined parameter by which the monitor was carried out into the example according to this invention is illustrated. Especially drawing 4 is the plot 400 which the fluorine reinforcement (V) to cleaning time amount simplified, and can be used for terminal point detection of cleaning. By the cleaning approach of this example, it is C₂F₆ gas and N₂. Gas and O₂ Gas was used. The flow rate of C₂F₆ gas is about 600 sccm(s) and O₂. A flow rate is about 600 sccm(s) and N₂. They were a flow rate reaction and about 300 sccm(s). The chamber pressure was about 4 torrs, electrode spacings were about 1000 mils(es) (about 25.4mm), and temperature was about 400 degrees C. This cleaning approach was operated with about 1000W power. Like the graphic display, by time amount zero (0), fluorine reinforcement began from zero (0) and increased exponentially till about 90 seconds. The weak fluorine signal 501 shows the residue and the increment 503 in a fluorine signal expresses lowering of the amount of the residue. The peak 505 of a fluorine signal shows that all the residues were substantially removed by etching. A terminal point 507 is detected at the peak of a fluorine signal.

[0038] Drawing 5 is the plot 500 which the thickness of a dielectric layer at the time of using the cleaning approach according to this invention and homogeneity simplified. In this example, whenever it deposited five wafers, the step of cleaning was performed. Here, the dielectric material was formed by about 4985.8Å in average thickness by deposition. As for the homogeneity between wafer-wafers, homogeneity of a dielectric layer is about 1.26% about 0.922% on an average. Like a graphic display, a diamond mold expresses thickness and a square expresses homogeneity. According to this plot, having realized homogeneity with the good approach of cleaning of this invention and dielectric material thickness was shown.

[0039] Moreover, the example was performed using the parameter shown in the following table 1. A cleaning step single in these examples, for example, C₂F₆ gas, and N₂ Gas and O₂ Since it had the advantage whose single cleaning step using the combination of gas is a chemistry article for standard manufacture, it was shown that reduction of cost etc. is realized.

[0040]

[A table 1]

PARAMETER	N ₂	NF ₃	2-ステップのクリーニング (中/外)	
	クリーニング	クリーニング		
1 μmにかかる時間(sec.)	90	85	55	45
温度. (°C)	0	0	400	400
R F 電力 (Watts)	1000	1000	950	950
間隔 (mils.)	999	999	180	999
圧力 (Torr.)	4	4	9.5	1.8
O ₂ (sccm)	600	600	950	950
C ₂ F ₆ (sccm)	600	600	900	900
He (sccm)	0	600	0	0
NF ₃ (sccm)	0	45	0	75
N ₂ (sccm)	300	0	0	0
総流量 (sccm)	1500	1845	1850	1925
クリーニングガス(cost \$/μm)	.20	.34	.50	

As shown in a table 1, the cleaning approach of this single step is N₂. Gas, C₂F₆ gas, and O₂. The chemistry article for available manufacture is used easily [gas etc.]. Reduction of gas cost and cleaning cost is realized by this. Since the approach of cleaning of this single step has the short time amount required compared with the approach of two steps, it is desirable as an example. If it puts that time amount is short in another way, I hear that a throughput is made high and cost in connection with cleaning is made low, and it is.

[0041] Although detail explanation of a specific example was given above, the structure and the equivalent thing of various corrections and an alternative may be used. For example, although the above-mentioned explanation is made about the CVD system chamber, it is also possible to use this invention for plasma etching etc.

[0042]

[Effect of the Invention] Although the stop time of equipment is reduced according to this invention as explained to the detail above, the technique for removing a contamination particle from a process chamber is offered.

[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51)Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/31			H 0 1 L 21/31	C
C 2 3 C 16/44			C 2 3 C 16/44	J
			16/56	
H 0 1 L 21/203			H 0 1 L 21/203	Z
			21/205	

審査請求 未請求 請求項の数34 OL (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平8-185150	(71)出願人	390040660 アブライド マテリアルズ インコーポレ イテッド APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ ア ペニュー 3050
(22)出願日	平成8年(1996)7月15日	(72)発明者	マーティン シーモンズ アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, ケンランド ドライヴ 3127
(31)優先権主張番号	08/502688	(74)代理人	弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)
(32)優先日	1995年7月14日		
(33)優先権主張国	米国(US)		

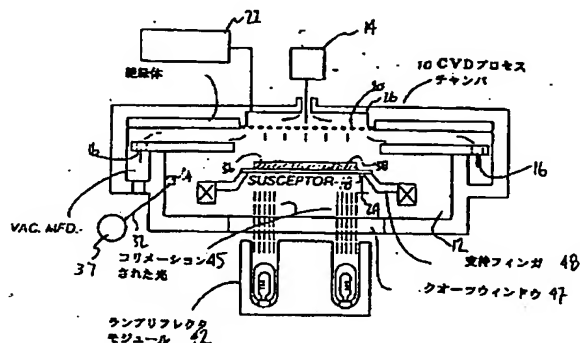
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CVD装置のインシチュウクリーニング

(57)【要約】

【課題】 装置の停止時間を減らしつつもプロセスチャンバから汚染粒子を除去する。

【解決手段】 N_2 と C_2F_6 と O_2 とを備えるクリーニングガスをチャンバ内に導入するステップと、該クリーニングガスからプラズマを形成するステップを有している。また、この方法は、少なくとも1つのクリーニングガスと残留物とから揮発性の物質を生成することにより、チャンバの内面から汚染物を除去するステップも有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 堆積装置から残留物をクリーニングするための方法であって、前記方法は、窒素含有化合物と弗素含有化合物とを備えるクリーニングガスをチャンバ内に導入するステップと、前記クリーニングガスからプラズマを発生させるステップと、前記クリーニングガスの少なくとも1つと該残留物との相互作用により形成された該残留物の揮発性の生成物を除去するステップとを有する方法。

【請求項2】 前記窒素含有化合物が、 N_2 と NF_3 と N_2O とから成る群より選択される請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記クリーニングガスが O_2 を更に備える請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記弗素含有化合物が、 CF_4 と C_2F_6 と C_3F_8 と SF_6 とから成る群より選択される請求項1に記載の方法。

【請求項5】 前記クリーニングガスが O_2 を更に備える請求項4に記載の方法。

【請求項6】 化学気相堆積装置の内面から残留物をクリーニングするための方法であって、前記方法は、 C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスを備えるクリーニングガスをチャンバ内に導入するステップと、前記クリーニングガスからプラズマを発生させるステップと、前記クリーニングガスの少なくとも1つと該残留物との相互作用により形成された該残留物の揮発性の生成物を除去するステップとを有する方法。

【請求項7】 前記チャンバが、約2～約6トールの範囲の圧力を有する請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記チャンバが、約300～約500℃の温度を有する請求項6に記載の方法。

【請求項9】 前記 N_2 が、約20～約500sccmの流量で供給される請求項6に記載の方法。

【請求項10】 前記 C_2F_6 が、約200～約5,000sccmの流量で供給される請求項6に記載の方法。

【請求項11】 前記 O_2 が、約200～約5,000sccmの流量で供給される請求項6に記載の方法。

【請求項12】 前記チャンバが、約700～約2,000ワットのRF電力をもつ電極を有する請求項6に記載の方法。

【請求項13】 更に、部分完成半導体ウエハを前記チャンバ内に導入するステップと、前記部分完成半導体ウエハを前記チャンバの上に二酸化珪素層を形成するステップと、前記部分完成半導体ウエハを前記チャンバから取り出すステップと、前記ウエハ導入のステップと前記二酸化珪素形成のステ

ップと前記ウエハ取り出しのステップとを繰り返すステップとを備える請求項6に記載の方法。

【請求項14】 更に、部分完成半導体ウエハを前記チャンバ内に導入するステップと、前記部分完成半導体ウエハを前記チャンバの上に二酸化珪素層を形成するステップと、前記部分完成半導体ウエハを前記チャンバから取り出すステップと、

10 前記ウエハ導入のステップと前記二酸化珪素形成のステップと前記ウエハ取り出しのステップとを少なくとも5枚の前記部分完成半導体ウエハに対して行うステップとを備える請求項6に記載の方法。

【請求項15】 集積回路デバイスを製造するための方法であって、前記方法は、ウエハをチャンバ内に導入するステップと、前記チャンバ内にガスを導入して前記ウエハの上に二酸化珪素層を形成するステップであって、前記ガスが更に前記チャンバ内面に残留物を形成する、前記ステップと、

20 前記ウエハを取り出すステップと、 C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスを備えるクリーニングガスをチャンバ内に導入するステップと、前記クリーニングガスからプラズマを発生させるステップと、前記クリーニングガスの少なくとも1つと該残留物との相互作用により形成された該残留物の揮発性の生成物を除去するステップとを有する方法。

【請求項16】 前記チャンバの圧力が、約2～約6トールの範囲で与えられる請求項15に記載の方法。

【請求項17】 前記チャンバが、約300～約500℃の温度を有する請求項15に記載の方法。

【請求項18】 前記 N_2 が、約250～約350sccmの流量で供給される請求項15に記載の方法。

【請求項19】 前記 C_2F_6 が、約550～約650sccmの流量で供給される請求項15に記載の方法。

【請求項20】 前記 O_2 が、約550～約650sccmの流量で供給される請求項15に記載の方法。

【請求項21】 前記チャンバが、約700～約2,000ワットのRF電力に接続される電極を有する請求項15に記載の方法。

【請求項22】 集積回路デバイスを製造するための方法であって、前記方法は、

(a) 化学気相堆積のためのチャンバを与えるステップと、

(b) ウエハをチャンバ内に導入するステップと、

(c) 前記チャンバ内にガスを導入して前記ウエハの上に二酸化珪素層を形成するステップであって、前記ガスが更に前記チャンバ内面に残留物を形成する、前記ステップと、

(d) 前記ウエハを取り出すステップと、
 (e) 前記ステップ(a)～(d)を2枚以上のウエハに対して繰り返し行うステップと、
 (f) C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスとを備えるクリーニングガスをチャンバ内に導入して前記クリーニングガスからプラズマを発生させるステップと、
 (g) 前記クリーニングガスの少なくとも1つと該残留物との相互作用により形成された該残留物の揮発性の生成物を除去するステップとを有する方法。

【請求項23】 前記ステップ(e)が2枚のウエハに対して行われる請求項22に記載の方法。

【請求項24】 前記ステップ(e)が5枚のウエハに対して行われる請求項22に記載の方法。

【請求項25】 前記チャンバの圧力が、約2～約6トールの範囲で与えられる請求項22に記載の方法。

【請求項26】 前記チャンバが、約300～約500℃の温度を有する請求項22に記載の方法。

【請求項27】 前記 N_2 が、約250～約350 sccmの流量で供給される請求項22に記載の方法。

【請求項28】 前記 C_2F_6 が、約550～約650 sccmの流量で供給される請求項22に記載の方法。

【請求項29】 前記 O_2 が、約550～約650 sccmの流量で供給される請求項22に記載の方法。

【請求項30】 前記チャンバが、約700～約2,000ワットのRF電力に接続される電極を有する請求項22に記載の方法。

【請求項31】 集積回路を製造するための装置であって、前記装置は、
 内面を有するチャンバであって、前記内面には残留物を備える、前記チャンバと、
 前記チャンバ内に設置され、窒素含有化合物と弗素含有化合物とを備えるクリーニングガスを導入するためのガス散布手段と、
 前記クリーニングガスからプラズマを形成するために与えられる、前記チャンバに設置される電力源と、
 前記クリーニングガスの少なくとも1つと該残留物との相互作用により形成された該残留物の揮発性の生成物を除去する、前記チャンバ内に設置された排気口とを備える装置。

【請求項32】 前記窒素含有化合物が、 N_2 と NF_3 と N_2O とから成る群より選択される請求項31に記載の装置。

【請求項33】 前記弗素含有化合物が、 CF_4 と C_2F_6 と CF_3I と CF_3Br と CF_3Cl とから成る群より選択される請求項31に記載の装置。

【請求項34】 前記クリーニングガスが O_2 を更に備える請求項31に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、集積回路の製造に

関する。本発明は特に、化学気相堆積(CVD)処理チャンバ内部の表面をクリーニングするための方法及び装置に関する。また、本発明は、プラズマエッチング、物理気相堆積(PVD)等に適用することもできる。

【0002】

【従来の技術】 高密度集積回路(VLSIデバイス)の製造においては、汚染粒子の問題は重要である。特に、製造中に汚染粒子が集積回路デバイスのパッシベーションされていない要素に付着し、短絡を生じさせたり、信頼性に問題を生じさせることがある。従って、従来の半導体ウエハでは良品のダイの収率をこの汚染粒子が低下させている。更に悪いことに、造作(そうさく)のサイズが小さくなれば、集積回路の製造において汚染粒子の影響が大きくなってしまふ。

【0003】 従って、半導体のための装置の製造者やユーザーは、汚染粒子源と見込まれるものを制御するために、しばしば複雑でコストのかかる技術に頼っている。このような技術には、ウルトラクリーンルームや、超自動化処理装置や、高度なプロセス制御を集積回路の製造中に用いて、汚染粒子源と見込まれるものを低減することが挙げられる。しかし、実際には、集積回路の製造中における汚染粒子のほとんどが、プロセスの進行中に発生する反応物の副生成物によるので、これらの技術の成果は限られている場合がある。

【0004】 これらの反応物の副生成物は、しばしばプロセスチャンバの内面に付着し、「厚い」汚染物残留層を形成する。典型的には、汚染物残留層は、反応物ガスからの副生成物やプロセスチャンバの内面に既に付着したその他の副生成物に起因している。この汚染物残留層の一部は、剥離して集積回路のパッシベーションされていない面に堆積することもあり、これが短絡を生じたり、接続を破壊したり、部品を失わせたり、信頼性に対する問題を生じたりして、集積回路を損ねてしまふ。

【0005】 従来からの二酸化珪素(silicon dioxide)のプロセスに用いる反応物ガスは、例えば、主に有機シランとオゾンとの混合物である。これらのガスがチャンバ内に導入されて、半導体ウエハの表面上に二酸化珪素の層を形成する。しかし、二酸化珪素の層が形成されると同時に、これらのガスは粒子組成物も形成してしまふ。この粒子組成物は、プロセスチャンバの内面に緩く付着する汚染残留物として形成される。ここでいうチャンバの内面には、散布用のヘッド、電極、壁面及びその他の露出面が含まれる。緩く付着した汚染残留物は、しばしば厚い汚染残留物層として形成され、これが剥がれ落ちて集積回路上に降ってくる。

【0006】 汚染残留物の一部が集積回路を損傷することを防止するため、様々なクリーニングの技術が提案されてきた。これらのクリーニングの技術では、各堆積のステップ後に機械を止めてクリーニングを行うような、別個のプロセスのステップが要求される。これでは時間

を消費し、コストがかかり、実現が困難である。無論、システムが作動していないときにスリーブットが落ちてしまい、製造プロセス全体のコストを更に上昇させてしまうことになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】二酸化珪素の堆積装置のための従来からのクリーニングの技術の一例としては、機械を停止するステップと、プロセスチャンバの一部を取り外すステップと、リンス水やクリーンワイブ等の適当な物を用いてプロセスチャンバの内面を手で拭き取るステップとを続けて行う技術が挙げられる。この手で拭き取るステップによつて、内面から汚染残留物を除去しようとするものである。他の従来からのクリーニング技術の中には、希釈弗化水素溶液や有機溶剤等の液体化成品でプロセスチャンバの内面を手拭きすることにより、汚染残留物を溶解して除去しようとするものもある。これらの従来のクリーニング技術は、真空排気チャンネルやポンプシステムにも適用されるが、その理由は、汚染物や残留物が蓄積すれば真空度の低下や閉塞をしばしば生じさせるからである。従来からの技術は時間を消費し、更に汚染源となるようなものを付加してしまう。

【0008】堆積チャンバの内面からの汚染残留物の除去には、プラズマ励起ドライクリーニング(plasma enhanced dry cleaning)も用いられてきた。ドライクリーニング技術はしばしば、別個のプロセスステップで行われ、例えば、プロセスチャンバにクリーニングガスを導入し、クリーニングガスのプラズマを発生させ、このプラズマを用いて汚染残留物を除去する。好ましくは、プラズマ中のイオン種が、プロセスチャンバから除去された汚染残留物と結合して揮発性を生成する。プロセスチャンバの内面を汚染残留物が実質的にない状態を維持するためには、このドライクリーニング技術は典型的には、堆積工程毎に行わなければならない。従って、ドライクリーニング技術は、貴重なプロセスの時間を消費し、装置の使用可能性や使用時間を低減してしまう。また、堆積工程毎にドライクリーニング技術を用いることにより、効果で貴重なクリーニングガスを消費してしまう。更に、ドライクリーニング技術ではしばしば、エッチングの反応によりチャンバ自身の面の一部を取り除いてしまうことがある。

【0009】上記の如く、装置の停止時間を減らしつつもプロセスチャンバから汚染粒子を除去するための技術が望ましいことが理解される。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、堆積チャンバの内面から汚染残留物をクリーニングするための技術を提供し、これには方法及び装置が含まれる。本発明は、窒素を始めとするガス群の混合物を用いて、簡易且つコストの効率の高い方法で、堆積工程と堆積工程との間に

汚染残留物を除去するクリーニング技術を提供する。

【0011】本発明に従って堆積チャンバから残留物を除去する方法では、ドライクリーニングのプラズマにおいて窒素ガスを用いる。この方法は、 N_2 と C_2F_6 と O_2 とを備えるクリーニングガスをチャンバ内に導入するステップと、該クリーニングガスからプラズマを形成するステップを有している。また、この方法は、少なくとも1つのクリーニングガスと残留物とから揮発性の物質を生成することにより、チャンバの内面から汚染物を除去するステップも有している。

【0012】本発明に従って集積回路デバイスを製造する方法では、窒素ガスをを用いるインシチュウプラズマクリーニング技術を用いている。この方法は、化学気相堆積のためのチャンバを与えるステップと、チャンバ内にウエハを導入するステップとを有している。チャンバ内にガスを導入すれば、ウエハの上に二酸化珪素膜の層が形成されるが、更にチャンバ内面上に汚染物となる反応副生成物が形成される。堆積工程は複数回行われる。チャンバから最後のウエハを取り出した後、 N_2 と C_2F_6 と O_2 とを備えるクリーニングガスを導入する。クリーニングガスからプラズマが形成され、チャンバ内面から残留物が揮発性の物質となって除去される。これらのステップのシーケンスにより、集積回路の製造中にチャンバのクリーニングが行われる。クリーニング操作とクリーニング操作の間にウエハが多数処理されることが好ましい。

【0013】本発明に従った装置では、窒素含有化合物や弗素含有化合物等のクリーニングガスをを用いる。この装置は、内面を有するチャンバを有している。この内面に、汚染残留物が付着する。チャンバには、ガス散布手段が設置される。このガス散布手段は、クリーニングガスの導入に用いることができる。チャンバには電力源が設置され、クリーニングガスからのプラズマ形成に用いられるように選択した周波数で電圧を与える。クリーニングガスの一部と残留物との相互作用により生成した残留物の揮発性生成物は、排気装置によって除去される。

【0014】本発明により、既知のプロセス技術に対する上記のような利益が実現される。しかし、以下の詳細説明及び添付図面により、本発明の本質及び利点が更に理解されるだろう。

【0015】

【発明の実施の形態】図1には、CVD装置10が簡略化されて表される。この装置は、チャンバ12と、供給源14と、排気口16と、ベDESTALないしサセプタ18と、ガス散布板20と、RF電力源(電源)22と、接地24と、電極(インテークマニホールドを兼ねる)26と、その他の部品とを備えている。このチャンバは、堆積のためのウエハ等の基材36を収容でき、且つ、内部にプラズマ放電させることが可能な、あらゆる適当なチャンバであればよい。このチャンバの操作で

は、サセブタ18を接地しつつ、RF電力源22から電極26にRFエネルギーを印加して、プラズマをウエハに隣接して発生させる。電力源22は電極26に対して、単一又は2つの周波数のRF電力を供給して、チャンバ12内に導入される化学種の分解を促進することができる。

【0016】ランプリフレクターモジュール42によって、クオートウィンドウ47を介してサセブタ18の環状の外縁上に、コリメーションされた環状の光パターンが与えられる。この光パターンにより、ウエハの加熱に用いられる分散した熱がサセブタに加えられる。この熱の分散により、サセブタからの自然熱損失が補償され、サセブタへの加熱が迅速になり熱の分布が更に均一になる。

【0017】チャンバライニング、支持フィンガ48及びその他の反応器のハードウェアは、アルミニウム等の材料に陽極処理酸化アルミニウム等の誘電材料でコーティングした材料でできている。このチャンバ面は、ウエハの処理を多数行った後でも、二酸化珪素等の誘電材料の堆積中の清浄が保たれる。このタイプの装置は、例えば、米国特許第5,000,013号に記載されている。

【0018】上面38を有する部分的にしか完成していない(部分完成)半導体ウエハ36は、化学気相堆積(CVD)、準大気圧化学気相堆積(subatmospheric chemical vapor deposition: SACVD)、低圧化学気相堆積(LPCVD)、大気圧化学気相堆積(APCVD)、プラズマ励起化学気相堆積(PECVD)その他の堆積のための本CVD装置内に配置される。堆積材料の例としては、二酸化珪素(SiO_2)、リン珪酸塩ガラス(PSG)弗リン珪酸塩ガラス(FPSG)、ホウリン珪酸塩ガラス(PSG)、窒化珪素(Si_3N_4)等の誘電材料が含まれる。

【0019】操作にあたり、有機シランと酸素ガスの混合物を導入してこのガスからプラズマを発生させて、堆積を生じさせる。有機シランは、TEOS、HMDS、OMCTS等の適当な有機シラン材料であればよい。TEOSに対する酸素のパーセンテージは、典型的には、20%以下である。堆積温度は約300~約500°Cの範囲にあるが、他の温度であってもよい。また、酸素ガスをオゾンにかえて堆積を行ってもよい。無論、用途に応じて別の濃度、温度、材料及び流量を用いてもよい。

【0020】汚染残留物は、反応チャンバ12、電極26、ベDESTAL18、又はガス散布板20等の反応器の内面やその他の面上に形成される。部分完成半導体ウエハ36の処理中に、汚染残留物がしばしば上記の内面から上面38へと落ち(又は剥がれ落ち)る。このような粒子は、ウエハの製造を、特にウエハ上の各集積回路を損ねてしまう

本発明の具体例に従えば、堆積のステップを何度も行った後、各種クリーニングガスの中で選択されたグループ

を反応チャンバ内に導入することにより、残留物が除去される。この各種クリーニングガスの選択されたグループには、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 SF_6 、ハロゲン間化合物等の弗素含有化合物と、 N_2 、 NF_3 、 N_2O 等の窒素含有化合物との混合物が含まれる。弗素含有化合物は C_2F_6 が好ましく、窒素含有化合物は N_2 ガスが好ましい。前述のガスの混合物は、 O_2 含有ガスと混合して用いてもよい。あるいは、 N_2O ガスを、 O_2 含有ガスを、用いずに弗素含有化合物と混合して用いてもよい。

【0021】好ましい具体例では、 C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスとが、選択された流量に従って反応チャンバ内に導入される。 C_2F_6 ガス流量は、約200 sccm~約5,000 sccmの範囲にあり、好ましくは約550 sccm~約650 sccm、更に好ましくは約600 sccmである。 O_2 ガス流量は、約200 sccm~約5,000 sccmの範囲にあり、好ましくは約550 sccm~約650 sccm、更に好ましくは約600 sccmである。 N_2 ガス流量は、約20 sccm~約500 sccmの範囲にあり、好ましくは約250 sccm~約350 sccm、更に好ましくは約300 sccmである。一般に、総流量を大きくすれば、クリーニング時間を短縮できる。合計の総流量が約1,800 sccmを越えれば、クリーニング時間は実質的に短縮されず、用いるガスの量だけが增加する傾向になる。これでは、クリーニングガスの使用量の増加に伴いコストが上昇する。無論、流量は用途に依存する。

【0022】好ましい具体例では、 C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスとが、選択された条件で反応チャンバ内に導入される。 C_2F_6 ： O_2 の比は約1：1であるが、他の比であってもよい。その他のクリーニングのパラメータには、約1.5~約6.5トル、好ましくは約4.0トルの圧力が含まれる。圧力が7.0トルを越えれば、プラズマをチャンバ内面に制限し、従って、例えば内壁等の外側チャンバ面のクリーニングを低減することになる。サセブタ温度は、約300°C~約500°Cの範囲にあり、好ましくは約400°Cである。内部チャンバ壁温度は、約50°C~70°Cの範囲にあり、好ましくは約60°Cである。電力は、約700ワット~2,000ワットの範囲にあり、好ましくは約1,000ワットである。電力は、低周波(200kHz~400kHz)で供給してもよく、又は、高周波(例えば13.56MHz)で供給してもよい。電極間隔は、約200 mils(約5mm)~約2,000 mils(約50mm)の範囲にあり、好ましくは約1,000 mils(約25mm)以上である。無論、ガスや選択した堆積パラメータは、特定の用途に依存する。

【0023】 C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスとの組合わせにより、チャンバ内のアーク発生の可能性を低減する。特に、これらのガスの組合わせにより、電極とベDESTALやその他の表面との間の電位が低減する。具体例

では、電位は従来技術に比べて、約10ボルト～約30ボルトだけ、好ましくは約20ボルト以下だけ、低い。電位が低ければ、アーク発生量が低減し、アーク発生により生じる損傷を実質的に取り除く。

【0024】ガスの好ましい組合わせを用いれば、従来技術を用いたときに生じていた不溶性の Al_2O_3F を、酸素含有ガスが発生させることはない。特に、上述のガスは、シリコンタイプの生成物、最少量の $AlCl_3$ 、その他の揮発性生成物を生じさせ、これらは排気口を通してチャンバから除去される。揮発性生成物であるため、このクリーニング方法ではチャンバ内に導入される汚染粒子は実質的にない。

【0025】随意、このCVD装置は、終点検出システム32を備えていてもよい。終点検出システムは、例えば、可視光の特定の波長による信号をモニタするフォトダイオード34を用いる。具体例の1つでは、後の処理に充分清浄である点までは、信号の増加につれてチャンバの清浄度が上昇する。あるいは、後の処理に対して実質的に清浄である点までは、信号の低下につれてチャンバの清浄度が上昇する。このような点では、終点検出システムがシステムコントローラ37に信号を送り、自動的にクリーニング方法を停止させる。無論、用途に応じて、その他のクリーニング終点検出のためのシステムを用いてもよい。

【0026】図2は、本発明に従った好ましいクリーニング方法の簡略化フロー線図100である。このフロー線図は、例示を行うためだけのものである。このフロー線図には、「n」回CVDプロセスを実行するステップ（ステップ103）（nは1よりも大きく、好ましくは5よりも大きい）を有している。好ましい具体例では、二酸化シリコンのためのCVDプロセスでは、2よりも大きい「n」～10よりも大きい「n」が含まれる。ここでのCVDプロセスには、PLCVD、APCVD、SACVD、PECVD等は含まれる。無論、堆積プロセスと操作の回数「n」は、用途に依存するだろう。

【0027】特定の具体例では、インシチュウクリーニングプロセス（ステップ105）は、「n」回の処理後に行われるが、ここでは、「n」は、以下のパラメータの少なくとも1つによって決定される。具体例の1つでは、「n」は、所定の粒子計数閾値限界よりも低い状態でCVD装置が稼働する処理数の上限を示している。別の具体例では、「n」は、所定の均一性の限界より高い状態でCVD装置が稼働する処理数の上限を示す。更に別の具体例では、「n」は、所定の堆積速度以内でCVD装置が稼働する処理数の上限を示している。CVD装置から残留物をクリーニングするための具体例では「n」は約1～50の範囲にあり、好ましくは2以上であり、更に好ましくは10以上である。無論、「n」は、粒子計数、均一性、堆積速度その他の前述のパラメータの組合わせに依存する。

【0028】インシチュウクリーニングプロセスでは、本発明に従ってクリーニングガスを選択することができる。クリーニングガスには、 C_2F_6 、 CF_4 、 SF_6 等の弗素含有化合物と、 NF_3 、 N_2O 、 N_2 等の窒素含有化合物との混合物が含まれる。弗素含有化合物と窒素含有化合物とは、 O_2 等の酸素含有化合物と混合することが好ましい。好ましくは、弗素化合物は C_2F_6 ガス、窒素化合物は N_2 ガス、酸素化合物は O_2 ガスである。これらのガスは、上述の流量で与えられる。この方法では、酸素抜きで N_2O ガスと C_2F_6 ガスを用いてもよい。

【0029】本方法では、ステップ107においてCVD装置の内面が「清浄」になれば、枝108を介して堆積プロセスへと戻る。「n」回の処理後、この方法では別のインシチュウクリーニングプロセスが実行される。ステップ103、105及び107の連続ステップが、「m」サイクル繰り返されるまで続けられる。あるいは、CVD装置は、「m」回のインシチュウプロセスの後に、ワイブと水でクリーニングされ（ステップ109）てもよい。クリーニングワイブと水により、CVDチャンバの内面からあらゆる残留物が除去される。内面から残留物を除去した後、この方法では、枝110を介してCVDプロセスへと戻る。あるいは、この方法では枝112を介してステップ109に戻る。

【0030】この方法では、随意、「終点」の検出（ステップ114）を行うステップを有している。終点検出の方法では、クリーニングプラズマ内の化学ラジカルからの特定の波長の可視放射からの信号（及びその強度）をモニタする。清浄化は、信号の強度によって決定される。1つの具体例では、後の処理に充分清浄である点までチャンバが清浄化されたときに、信号強度が変化する。この点では、終点検出方法は「停止」の信号をシステムコントローラに発し、クリーニング方法を自動的に停止する。

【0031】好ましい具体例では、この方法は、クリーニングプラズマ内の弗素ラジカルからの信号を用いる。例えば、終点検出方法では、弗素含有化合物、窒素含有化合物及び酸素含有化合物をクリーニングのレシピに用い、弗素ラジカルが存在を示す所定の波長約704nmの可視放射で強度をモニタする。信号強度が高い方が、「清浄な」チャンバを表しており、何故なら、弗素ラジカルの濃度が上昇しているからである。弗素ラジカルの濃度が高くなれば、704nm可視放射の信号強度が増加する。

【0032】この方法では、弗素ラジカルの濃度が飽和状態を示したときに、クリーニングプロセスを停止させる。飽和状態とは、一般には、CVDチャンバ内の弗素濃度が所定の流量において増加しなくなった時点进行う。特定の具体例では、最初にチャンバをクリーニングするに要する時間又は終点が検出された後の時間に対し

てパーセンテージで約5%~約30%測定される付加時間だけ、クリーニング方法が行われる。好ましい具体例では、この付加クリーニング時間は、終点が検出されて後のクリーニング時間の約20%である。無論、クリーニングの終点を検出するその他のシステムを用途に応じて用いてもよい。

【0033】前述のステップのシーケンスは、本発明に従って単一ステップのクリーニングの方法で実行されてもよい。あるいは、所定のガスを用いるクリーニング方法が、マルチステップのクリーニングプロセスを用いて実行されてもよい。マルチステップのクリーニングプロセスの例では、チャンバの内壁の内面外面やその他の面を選択的にクリーニングするように、電極間隔を調整してもよい。無論、用途に応じて用いる技術を変えてもよい。

【0034】図3は、本発明の具体例に従って製造された集積回路の簡略化断面図である。この集積回路は、電界効果トランジスタ307とその他の部品を有している。ここに描かれているデバイスは、例示のみを目的とする。いわゆる当業者には、本発明を、マイクロプロセッサ、メモリ回路その他の集積回路の製造方法に用いることができるだろう。図示の如く集積回路には、基板301と、アクティブ領域303と、電界絶縁酸化物領域308と、その上の誘電層305とが、本発明を用いて形成されている。

【0035】誘電層は、二酸化珪素層が好ましい。二酸化珪素層は、アルミニウムオキシフルオライド等の粒子を実質的に含まない。二酸化珪素層の均一性は、約2%未満であり、好ましくは約1%未満、更に好ましくは約0.5%未満である。二酸化珪素層のウエハーウエハ間の均一性は、約3.0%未満であり、好ましくは約1.5%未満である。本発明により、クリーニングの前に複数のウエハーが処理され、この各ウエハーは上記の所定のパラメータの中にある。

【0036】

【実施例】この装置及び方法の稼働を例証するため、以下のパラメータで実施例を行った。実施例には、アブライドマテリアルズインコーポレイテッド社製のPECVDチャンバをキットと共に用いた。シリコンウエハーを用いて、ウエハー上の二酸化珪素の堆積の実際の製造工程を再現した。実施例のパラメータは、特許請求の範囲に記

載を限定するものではない。いわゆる当業者には、別の化合物、チャンバパラメータ及び条件を用いることができるだろう。

【0037】図4~5には、本発明に従った実施例中にモニタされた所定のパラメータを例示する。特に、図4は、クリーニング時間に対する弗素強度(V)の単純化したプロット400であり、クリーニングの終点検出に用いることができる。本実施例のクリーニング方法では、 C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスをを用いた。 C_2F_6 ガスの流量は、約600sccm、 O_2 の流量は約600sccm、 N_2 の流量反応、約300sccmであった。チャンバ圧力は約4 Torrであり、電極間隔は約1000mils(約25.4mm)、温度は約400°Cであった。このクリーニング方法は、約1000ワットの電力で操作された。図示の如く、時間ゼロ(0)で弗素強度はゼロ(0)から始まり、約90秒まで指数的に増加した。弱い弗素信号501は残留物を示しており、弗素信号の増加503は、残留物の量の低下を表している。弗素信号のピーク505は、実質的に全ての残留物がエッチングで除かれたことを示している。終点507は、弗素信号のピークで検出される。

【0038】図5は、本発明に従ったクリーニング方法を用いた場合の、誘電層の厚さ及び均一性の簡略化したプロット500である。この実施例では、堆積をウエハー5枚行う毎に、クリーニングのステップを行った。ここでは、堆積により、誘電材料を平均厚さ約4985.8オングストロームで形成した。誘電層は、均一性が平均で約0.922%、ウエハーウエハー間の均一性は約1.26%である。図示のように、ダイヤ型が厚さを表し、正方形が均一性を表す。このプロットによれば、本発明のクリーニングの方法は、良好な均一性及び誘電材料厚さを実現したことが示された。

【0039】また、以下の表1に示すパラメータを用いて実施例を行った。これらの実施例では、単一のクリーニングステップ、例えば C_2F_6 ガスと N_2 ガスと O_2 ガスの組合せを用いる単一のクリーニングステップが、標準的な製造のための化学品である利点を有するため、コストの低減等が実現されることが示された。

【0040】

40 【表1】

PARAMETER	N ₂ クリーニング	NF ₃ クリーニング	2-ステップのクリーニング (中/外)	
1 μmにかかる時間(sec.)	90	85	55	45
温度.(°C)	0	0	400	400
R F電力 (Watts)	1000	1000	950	950
間隔 (mils.)	999	999	180	999
圧力 (Torr.)	4	4	9.5	1.8
O ₂ (sccm)	600	600	950	950
C ₂ F ₆ (sccm)	600	600	900	900
He (sccm)	0	600	0	0
NF ₃ (sccm)	0	45	0	75
N ₂ (sccm)	300	0	0	0
総流量 (sccm)	1500	1845	1850	1925
クリーニングガス(cost \$/μm)	.20	.34	.50	

表1に示されるように、この単一ステップのクリーニング方法は、N₂ガスとC₂F₆ガスとO₂ガス等の容易に入手可能な製造のための化学品を用いる。このことにより、ガスコストとクリーニングコストの低減が実現される。この単一ステップのクリーニングの方法は、2ステップの方法に比べて要する時間が短いため、具体例として好ましい。時間が短いことを言い換えれば、スループットを高くし、クリーニングに関わるコストを低くするということである。

【0041】上記に特定の具体例の詳細説明をしたが、様々な修正、代替の構造及び等価なものを用いてもよい。例えば、上記の説明はCVD装置チャンバに関してなされているが、本発明をプラズマエッチング等に用いることも可能である。

【0042】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、装置の停止時間を減らしつつもプロセスチャンバから汚染粒子を除去するための技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従ったCVD装置の断面図である。

【図2】本発明に従って製造された集積回路を簡略化して表す断面図である。

【図3】本発明に従った別のCVD方法を簡略化して表したフローチャートである。

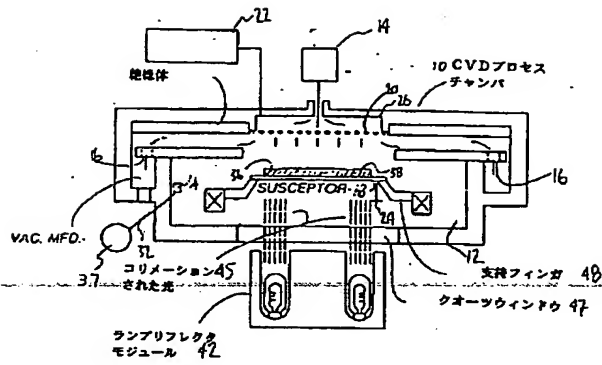
【図4】クリーニング時間に対する弗素信号ピーク強度を表すグラフである。

【図5】ウエハの処理枚数に対する膜厚を表すグラフである。

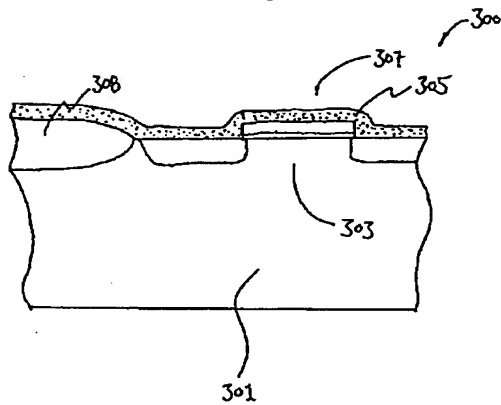
【符号の説明】

10…CVD装置、12…チャンバ、14…供給源14、16…排気口、18…ベDESTALないしサセプタ18、20…ガス散布板、22…RF電力源、24…接地、26…電極ないしインテークマニホールド、32…終点検出システム、34…フォトダイオード、36…半導体ウエハ、37…システムコントローラ、38…上面、42…ランプリフレクターモジュール42、47…クォーツウィンドウ、48…支持フィンガ、300…集積回路、301…基板、303…アクティブ領域、305…誘電層、307…電界効果トランジスタ、308…電界絶縁酸化物領域。

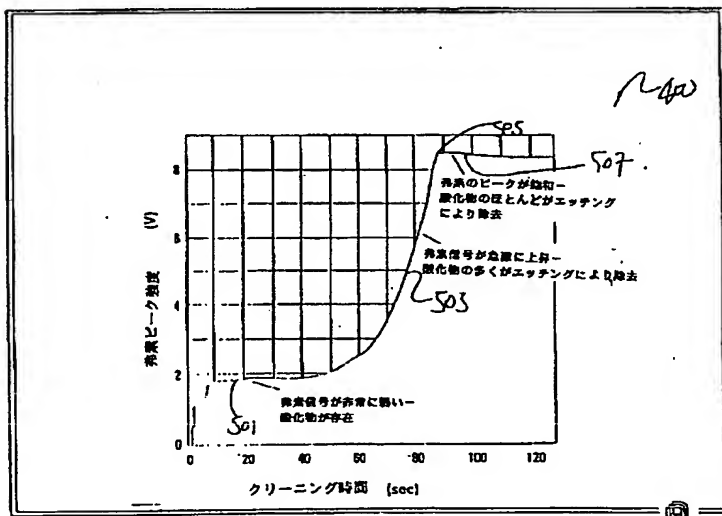
【図1】



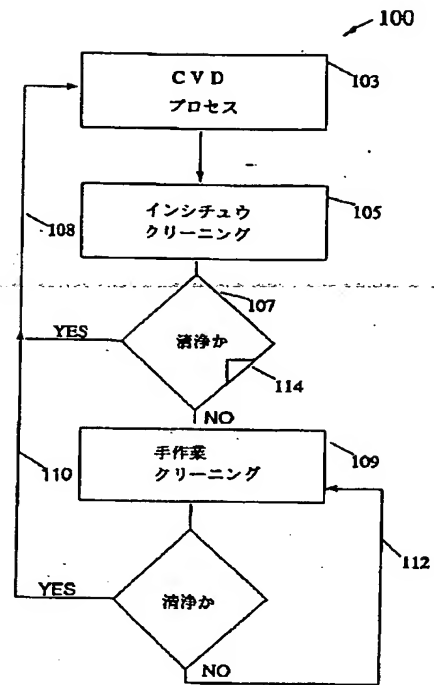
【図3】



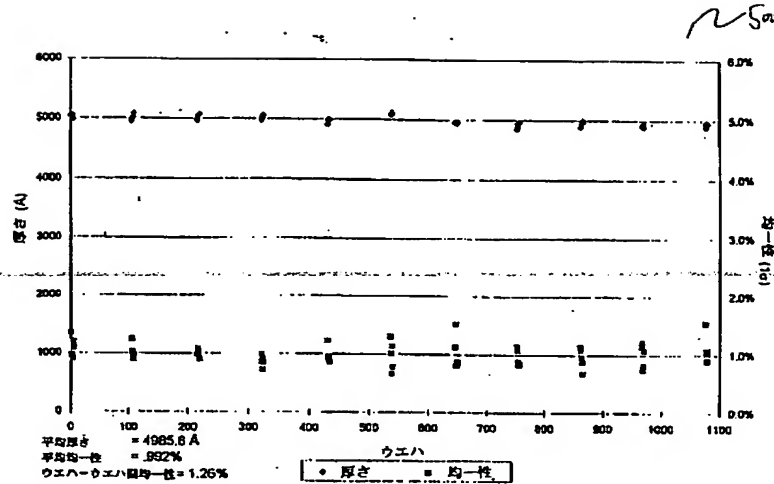
【図4】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 4 1		H 0 1 L 21/304	3 4 1 Z
(72)発明者	キャリー チン		(72)発明者	佐藤 辰哉
	アメリカ合衆国, カリフォルニア州,			千葉県成田市新泉14-3 野毛平工業団地内
	サニーヴェール, フェア オークス ア			アブライド マテリアルズ ジャパン
	ヴェニュー 655 ナンバービー102			株式会社内
(72)発明者	今岡 功		(72)発明者	ティルネルヴェリ エス. ラヴィ
	千葉県成田市新泉14-3 野毛平工業団地内			アメリカ合衆国, カリフォルニア州,
	アブライド マテリアルズ ジャパン			サンタ クララ, アルタ ミラ ドライ
	株式会社内			ヴ 1039ビー
			(72)発明者	マイケル トリプレット
				アメリカ合衆国, ヴァーモント州, エ
				セックス ジャンクション, リヴァー
				ロード 223

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.